

Modificação de Hidrocoloides por meio de Extrusão Termoplástica



ISSN 0101-630X

Dezembro, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24

Modificação de Hidrocoloides por meio de Extrusão Termoplástica

Cristina Yoshie Takeiti
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Renata Galhardo Borguini
Maria Eugênia Araújo Silva Oliveira

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba

CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ

Telefone: (21) 3622-9600

Fax: (21) 3622-9713

Home Page: www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações e Editoração da Unidade

Presidente: Virgínia Martins da Matta

Membros: Ana Iraidy Santa Brígida, André Luis do Nascimento Gomes, Celma Rivanda Machado de Araujo, Daniela De Grandi Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves de Almeida Soares, Leda Maria Fortes Gottschalk, Renata Torrezan e Rogério Germani

Supervisão editorial: Virgínia Martins da Matta

Revisão de texto: Virgínia Martins da Matta

Normalização bibliográfica: Celma Rivanda Machado de Araujo e Elizabete Alves de Almeida Soares

Editoração eletrônica: André Luis do Nascimento Gomes

Foto de capa: Maria Eugênia A. S. Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2016): 50 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria de Alimentos

MODIFICAÇÃO de Hidrocoloides por meio de Extrusão Termoplástica / Cristina Yoshie Takeiti... [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2016.

17 p. ; 21 cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria de Alimentos, ISSN 0101-630X ; 24).

1. Extrusão. 2. Fibra alimentar. 3. Goma carragena. 4. Goma arábica. I. Takeiti, Cristina Yoshie. II. Carvalho, Carlos Wanderlei Piler de. III. Borguini, Renata Galhardo. IV. Oliveira, Maria Eugênia Araujo Silva. V. Série.

CDD 664.6 (23. ed.)

© Embrapa 2016

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	12
Conclusões	16
Agradecimentos	16
Referências	16

Modificação de Hidrocoloides por meio de Extrusão Termoplástica

Cristina Yoshie Takeiti ¹

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho ²

Renata Galhardo Borguini ³

Maria Eugênia Araújo Silva Oliveira ⁴

Resumo

A extrusão termoplástica é um processo que combina calor, umidade e trabalho mecânico capaz de modificar matérias-primas alimentícias. Estudos demonstram que ela é capaz de melhorar a solubilidade e dispersão dos hidrocoloides. As gomas são fontes de fibras alimentares e seus benefícios fisiológicos estão relacionados à diminuição do risco de incidência de doenças crônicas não transmissíveis. A goma carragena é extraída de algas marinhas vermelhas e a goma arábica é um exsudato de árvores africanas do gênero *Acacia*. O objetivo deste trabalho foi utilizar a extrusão para melhoria das características físicas das gomas arábica e carragena. A extrusão foi realizada em extrusora dupla rosca com um perfil de temperatura e duas vazões de alimentação de água, variando-se as velocidades de rotação dos parafusos, seguida da secagem, moagem e peneiramento das amostras extrudadas. Amostras não extrudadas, utilizadas como controle, apresentaram maiores valores do tempo de dissolução e do índice de brancura e menor densidade aparente. Quando extrudadas, a goma arábica apresentou menor tempo de dissolução do que a goma carragena. Os resultados apontam que a extrusão termoplástica melhorou as propriedades de dissolução e apresenta-se como uma ferramenta adequada para modificação de produtos que serão usados como fonte de fibra alimentar solúvel.

Palavras-chave: fibra alimentar, goma carragena, goma arábica.

¹ Engenheira de Alimentos, Doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência dos Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

³ Engenheira Agrônoma, Doutora em Saúde Pública, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

⁴ Cientista de Alimentos, bolsista da CAPES, mestranda da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

Modificação de Hidrocoloides por meio de Extrusão Termoplástica

Abstract

Thermoplastic extrusion is a process that combines heat, moisture and mechanical work capable of modifying food raw materials. Some studies demonstrate that it can improve the solubility and dispersion of hydrocolloids. Gums are sources of dietary fibers and their physiological benefits are related to the reduction of the risk of incidence of chronic diseases. Carrageena gums are extracted from red seaweed and gum arabic is an exudate of African trees of the genus *Acacia*. The objective of this work was to evaluate the use of thermoplastic extrusion to improve physical characteristics of arabic and carrageenan gums. The extrusion was performed in a twin screw extruder with a temperature profile and two water feed rates, varying the screw rotation, followed of drying, milling and sieving of extruded gums. The control non-extruded samples presented higher dissolution time, higher whiteness index and lower bulk density. When extruded, arabic gum presented a shorter dissolution time than the carrageenan. The results indicate that thermoplastic extrusion has improved dissolution properties and presents itself as a suitable technology for modifying products that will be used as a source of soluble dietary fiber.

Keywords: dietary fiber, carrageenan gum, arabic gum.

Introdução

A extrusão é um processo térmico que combina calor, umidade em quantidade reduzida e trabalho mecânico capaz de modificar profundamente as matérias primas (SEBIO, 1996). Tradicionalmente utilizada para o processamento de produtos amiláceos, alguns estudos relatam o uso da extrusão termoplástica como uma ferramenta para melhorar a solubilidade e a dispersão de hidrocoloides, como no caso das gomas (SERENO et al., 2007; ANDRADE et al., 2013).

O termo hidrocoloide é normalmente atribuído para descrever diversos tipos de polissacarídeos e proteínas que interagem com a água formando soluções aquosas (PHILLIPIS; WHILLIAMS, 2000). As carragenas são hidrocoloides extraídos das algas vermelhas carragenofitas dos gêneros *Kappaphycus*, *Gigartina*, *Eucheuma*, *Chondrus* e *Hypnea* (MCHUGH, 1987) e a goma arábica é um exsudado de árvores africanas do gênero *Acacia* (*Acacia senegal*) (RANDALL et al., 1989) (Figura 1).



Foto: Carlos Wanderlei P. Carvalho

Figura 1. *Kappaphycus alvarezii*, alga de onde se extrai a goma carragena.

Os hidrocoloides são fontes de fibras alimentares e seus benefícios fisiológicos estão relacionados à diminuição do risco de incidência de alguns tipos de câncer e outras doenças crônicas não transmissíveis (SEISUN, 2010). O Brasil vem enfrentando aumento expressivo do sobrepeso e da obesidade em todas as faixas etárias e as doenças crônicas são a principal causa de morte entre adultos (BRASIL, 2014). Na última estimativa mundial, o câncer de cólon e reto configurava-se como o terceiro tipo de câncer mais comum entre homens e o segundo nas mulheres. O desenvolvimento desse e de demais tipos de câncer é resultado, dentre outras razões, de uma dieta inadequada e de fatores endógenos e ambientais. Algumas formas de prevenção são o consumo de alimentos com fibras alimentares, frutas, hortaliças e cereais integrais (INCA, 2014).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1999), pela Portaria nº 398 de 30/04/99, contempla as fibras alimentares como alimento funcional. Nela, está contida a seguinte alegação: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1999).

Gomas apresentam habilidade em formar sistemas coloidais e apresentam caráter translúcido, inodoro, atóxico, hidrofílico e amorfo. Apresentam suspensões altamente viscosas (quando suspensas em solventes), com funções espessantes (ligação com moléculas de água), gelificantes (construção de rede, envolvendo zonas de ligação), emulsificantes, estabilizantes e aglutinantes. Apresentam, também, controle de cristalização, inibição de sinérese, encapsulação e formação de filmes. Mais recentemente, as gomas vêm sendo empregadas como fontes de fibra alimentar solúvel. Com a aplicação do processo de extrusão pode-se melhorar a dispersão (dispersibilidade) destas gomas quando forem reconstituídas em líquidos para serem ingeridas, propiciando a penetração do líquido no interior da estrutura do pó (molhabilidade) e, por fim, aumentando a dissolução das partículas no líquido (solubilidade).

Material e Métodos

As gomas arábica e carragena foram adquiridas comercialmente. A extrusão termoplástica foi realizada em uma extrusora dupla rosca modelo Evulun HT25 (Cletral, Firminy, França) equipada com uma matriz circular de 4 furos com 2 mm de diâmetro em cada furo. A extrusora foi alimentada de forma contínua por meio de um alimentador automático gravimétrico PWSD1 (Shenck Process, Darmstadt, Alemanha). A água destilada foi dosada por meio de uma bomba de pistão acoplada à segunda zona de aquecimento da extrusora, cuja vazão foi ajustada no painel de controle. Foram planejadas duas vazões de umidade de água, de 1 L/h e de 3 L/h, para ambas as gomas. Quanto à rotação do parafuso, para se verificar o comportamento das gomas frente a baixo e alto cisalhamento, foram estabelecidos 100 e 400 rpm para a goma arábica e 200 e 400 rpm para a goma carragena. O perfil de temperatura está apresentado na Tabela 1. Após a extrusão, as amostras foram secas em uma estufa com circulação de ar a 60 °C. Em seguida, foi realizada a moagem em moinho de disco 3600 (Perten, Hunddinge, Suécia) e, posteriormente, em moinho de martelos 3100 (Perten, Hunddinge, Suécia).

Tabela 1. Perfil de temperaturas das zonas de aquecimento da extrusora utilizados na extrusão das gomas arábica e carragena.

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T (°C)	40	60	60	60	60	90	90	90	90

Após a moagem, as amostras foram peneiradas em conjuntos de peneiras RO-TAP, modelo RX-29-10 (W.S Tyler, Mentor, EUA) para obtenção de partículas de 212 µm, 106 µm e fundo. As amostras extrudadas foram codificadas como: goma arábica não extrudada (GANE - controle), goma arábica extrudada a 1 L/h a 100 rpm (GA1100), goma arábica extrudadas a 1 L/h a 400 rpm (GA1400), goma arábica extrudada com 3 L/h a 100 rpm (GA3100), goma arábica com 3 L/h a 400 rpm (GA3400), goma carragena não extrudada (GCNE - controle), goma carragena com 1 L/h e 200 rpm

(GC1200), goma carragena extrudada a 1 L/h e 400 rpm (GC1400), goma carragena extrudada a 3 L/h e 400 rpm (GC3400).

A determinação do tempo de dissolução foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Omobuwajo et al. (2000), adaptada. Para a realização desta técnica, 1 g de cada amostra foi dissolvida em 100 mL de água destilada presente em um béquer de 250 mL sobre um agitador magnético a 25 °C. O tempo para total dissolução foi medido com um cronômetro digital.

A análise de cor instrumental foi realizada utilizando um aparelho Color Quest XE (HunterLab, Reston, EUA), ajustado em modo especular excluída. Os valores de L, a e b foram obtidos e índice de brancura (*white index*) foi calculado por meio da Equação 1.

$$IB = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2} \quad (1)$$

A densidade aparente (D_{ap}) foi medida utilizando uma proveta de 50 mL. Pesou-se a proveta vazia e depois realizou-se nova pesagem da proveta com a amostra. O cálculo foi feito utilizando-se a Equação 2.

$$D_{ap} = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Onde: m=massa; v=volume

Resultados e Discussão

O processamento das duas gomas foi bastante diferente. Enquanto a goma carragena apresentava fluxo constante, vazão uniforme na saída da matriz da extrusora e menor viscosidade, a goma arábica possuía uma característica mais “pegajosa” com menor vazão na saída da matriz, sendo necessária uma espátula para sua retirada. As fotos dos dois processamentos encontram-se na Figura 2.

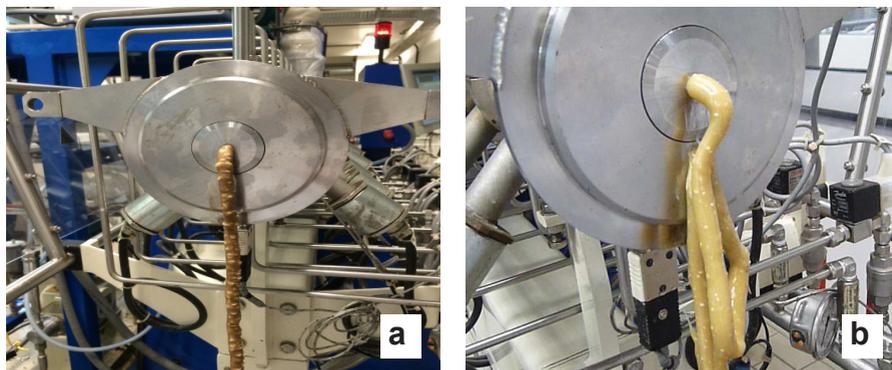


Foto: Maria Eugênia A. S. Oliveira

Figura 2. Aspecto do processamento por extrusão termoplástica das gomas carragena (a) e arábica (b) na saída da extrusora.

Os resultados do tempo de dissolução a 25 °C (Td), colorimetria instrumental e densidade aparente (D_{ap}) encontram-se na Tabela 2. Após a moagem, algumas amostras de goma arábica não apresentaram como característica a presença de partículas com granulometria de 212 e 106 μm , ficando menores do que 106 μm (Tabela 2). Em geral, todas as amostras de goma arábica apresentaram boa molhabilidade, dispersibilidade e pouca formação de grumos. Para goma arábica o menor tempo de dissolução (1,38 s) foi obtido na amostra processada com 1 L/h a 100 rpm, com diâmetro de partícula de 106 μm e para a carragena foi de 3824 s, para a amostra extrudada com 1 L/h e apresentando diâmetro de 212 μm . As amostras GCNE, GC1200 E GC3400 não se dissolveram após duas horas de realização do teste. A GC1400 com fração DE 212 μm apresentou uma redução de metade do tempo de dissolução em relação à GCNE.

A análise de cor indicou que as gomas não extrudadas apresentaram maior índice de brancura, assim como as amostras com menor granulometria (fundo). Após a moagem, algumas amostras de goma arábica não apresentaram quantidade suficiente para realização da análise. Entretanto, visualmente (Figuras 2 e 3) as amostras de partículas maiores apresentavam uma coloração mais amarelada (IB menor) do que as de menor tamanho de partícula (IB maior).

Tabela 2. Perfil de temperaturas das zonas de aquecimento da extrusora utilizados na extrusão das gomas arábica e carragena.

Amostras	Td (s)	L	a	b	IB	D _{ap} (g/mL)
GANE	307,62	89,81	-0,55	11,29	84,78	0,49
GA1100 (212 µm)	2,14	-	-	-	-	-
GA1100 (106 µm)	1,38	-	-	-	-	-
GA1100 (fundo)	230,82	85,82	0,00	15,12	79,27	0,70
GA1400 (212 µm)	7,81	-	-	-	-	-
GA1400 (106 µm)	4,15	77,01	1,62	27,11	64,42	-
GA1400 (fundo)	585,90	84,76	0,02	15,38	78,34	0,69
GA3100 (212 µm)	23,29	-	-	-	-	0,70
GA3100 (106 µm)	3,27	67,65	4,83	33,80	52,96	
GA3100 (fundo)	86,99	85,05	0,02	15,41	78,53	0,65
GA3400 (212 µm)	-	-	-	-	-	-
GA3400 (106 µm)	8,16	-	-	-	-	-
GA3400 (fundo)	293,54	85,20	0,22	15,36	78,67	0,69
GCNE	>7200	84,41	0,91	9,28	81,83	0,38
GC1200 (212 µm)	7200	66,58	3,19	19,48	61,18	0,84
GC1200 (106 µm)	7200	73,51	2,38	16,57	68,66	0,78
GC1200 (fundo)	7200	80,40	1,05	11,80	77,09	0,66
GC1400 (212 µm)	3824	53,58	4,69	22,29	48,29	0,81
GC1400 (106 µm)	6558	62,32	3,36	20,85	56,80	0,77
GC1400 (fundo)	7200	74,38	1,72	14,27	70,62	0,67
GC3400 (212 µm)	7200	65,67	3,24	20,76	59,75	0,82
GC3400 (106 µm)	7200	72,03	2,45	17,74	66,78	0,73
GC3400 (fundo)	7200	77,43	1,64	14,41	73,17	0,63

Onde: Td= tempo de dissolução; L = Luminosidade (0 = preto e 100 = branco); a = cromaticidade (-80 até zero= verde, zero a + 100 = vermelho); b = cromaticidade (-100 até zero = azul, zero a + 70 = amarelo).



Figura 2. Aspecto visual de goma carragena extrudada e não extrudada.



Figura 3. Aspecto visual de goma arábica extrudada e não extrudada.

Os resultados de densidade aparente das gomas demonstraram que as amostras não extrudadas e com menor granulometria apresentaram menor densidade aparente, o que poderia explicar menor dissolução pela compactação ou adensamento das partículas. As amostras que apresentaram o maior valor de densidade aparente são as amostras com maior granulometria.

Conclusões

O emprego da extrusão termoplástica no processamento de hidrocoloides melhorou as propriedades de dissolução das gomas em função do tamanho das partículas. A fração que apresentou menor tempo de dissolução para a goma carragena foi de 212 μm e, para a goma arábica, de 106 μm . Assim, recomenda-se o uso dessa ferramenta tecnológica para promover melhora da dissolução das gomas arábicas e carragena, contribuindo para sua utilização como ingrediente em produtos à base de fibra alimentar solúvel.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado à aluna Maria Eugênia Araújo Silva Oliveira, do Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e a Henrique Geromel de Góis.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Portaria n° 398 de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 maio 1999. Seção 1, n. 82-E, p. 11.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Alimentos Com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**, 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

ANDRADE, K. C. S.; CARVALHO, C. W. P.; TAKEITI, C. Y.; AZEREDO, H. M. C.; CORREA, J. S.; CALDAS, C. M. Goma de cajueiro (*Anacardium occidentale*): avaliação das modificações químicas e físicas por extrusão termoplástica. **Polímeros**, v. 23, n. 5, p. 667-671, 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2014**: Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2014. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

MCHUGH, D. J. **Production and utilization of products from commercial seaweeds**. Rome: FAO, 1987. FAO. Fisheries Technical Paper 288.

OMOBUWAJO, T. O.; BUSARI, O. T.; OSEMWEGIE, A. A. Thermal agglomeration of chocolate drink powder. **Journal of Food Engineering**, v. 46, p. 73-81, 2000.

PHILLIPS, G. O.; WHILLIAMS, P. A. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC press, 2000.

RANDALL, R. C.; PHILLIPS, G. O.; WHILLIAMS, P. A. Fractionation and characterization of gum Acacia Senegal. **Food Hydrocolloids**, v. 3, n.1, p. 65-75, 1989.

SEBIO, I. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (*Discorea rotundata*)**. 1996. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SEISUN, D. Introduction. In: IMESON, A. **Food stabilisers, thickeners and gelling agents**. West Sussex, UK: Wiley-Black Well, 2010. p. 1-10.

SERENO, N. M.; HILL, S. E.; MITCHELL, J. R. Impact of the extrusion process on xanthan gum behavior. **Carbohydrate Research**, n. 342, p. 1333-1342, 2007.



Agroindústria de Alimentos

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13277